



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 100 29 175.9

Anmeldetag: 19. Juni 2000

Anmelder/Inhaber: Kdesign GmbH, Leverkusen/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Blasfolienherstellung

Priorität: 9.9.1999 DE 199 42 999.5

IPC: B 29 D, B 29 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. August 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Seiler

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Blasfolienherstellung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien mittels eines Blasfolienextruders mit einem Blaskopf, einem Hauptkühlring, und einem außerhalb des Hauptkühlringes angeordneten Zusatzkühlring für eine Zufuhr von separaten Zusatzluftströmen, wobei mittels einer Meß- und Regeleinrichtung die Foliendicke an der Blasfolie oberhalb einer Einfriergrenze in verschiedenen Umfangsbereichen abgetastet und die Zusatzluftströme in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken geregelt werden,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zusatzluftströme in Produktionsrichtung vor dem Hauptkühlring zugeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zusatzluftströme direkt gegen den aus dem Blaskopf austretenden Folienschlauch gerichtet werden,

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die separaten Zusatzluftströme vor dem Eintritt in den Zusatzkühlring in ihrem Volumenstrom geregelt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein von einem Gebläse erzeugter Luftstrom vor seiner Separierung in die volumenregelbaren Zusatzluftströme in seinem Gesamtvolumenstrom in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert wird, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei einem von einem Gebläse kontinuierlich erzeugten Luftstrom nach seiner Separierung in volumenregelbare Zusatzluftströme die Einzelvolumenströme der separaten Zusatzluftströme in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert werden, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.

6. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, bestehend aus einem Blasfolienextruder mit einem Blaskopf (1), einem Hauptkühlring (2) und einem außerhalb des Hauptkühlringes angeordneten Zusatzkühlring (4) für eine Zufuhr von separaten Zusatzluftströmen (5) und mit einer Meß- und Regeleinrichtung zur

Steuerung und Regelung des Dickenprofils der Blasfolie, die die Foliendicke des Folienschlauchs (7) oberhalb einer Einfriergrenze abtastet und die Zusatzluftströme (5) in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken regelt,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Zusatzkühlring (4) als Segmentscheibe ausgebildet und am Blaskopf (1) des Blasfolienextruders unterhalb des Hauptkühlringes (2) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Zusatzkühlring (4) unmittelbar am Austritt des Folienschlauchmaterials aus einer Ringdüse (6) des Blaskopfes (1) montiert ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Zusatzkühlring (4) als unabhängiges eigenständiges Konstruktionselement an den Hauptkühlring (2) angesetzt ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Zusatzkühlring (4) mit einem Gebläse (8) für die separaten Zusatzluftströme (5) verbunden ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine Einrichtung (9), die aus Klappen und/oder Ventilen besteht und außerhalb des Hauptkühlringes (2) angeordnet ist, für die Aufteilung des von dem Gebläse (8) erzeugten Luftstromes in einzelne separate Zusatzluftströme (5) vorgesehen ist.

11. Verfahren zur Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien mittels eines Blasfolienextruders mit einem Blaskopf, einem Hauptkühlring für die Zufuhr eines Hauptkühlgasstromes und einem außerhalb des Hauptkühlringes angeordneten Zusatzkühlring für die Zufuhr von separaten Zusatzkühlgasströmen, wobei mittels einer Meß- und Regelungseinrichtung die Foliendicke der Blasfolie oberhalb einer Einfrierergrenze über dem Umfang gemessen und die Zusatzkühlgasströme in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken geregelt werden,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zusatzkühlgasströme des Folienschlauches zumindest von außen in Produktionsrichtung vor dem Hauptkühlgasstrom zugeführt werden und in Abhängigkeit vom Foliendickenverlauf über dem Umfang einzeln in ihrem Volumenstrom geregelt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die separaten Zusatzkühlgasströme vor dem Eintritt in den Zusatzkühlring einzeln in ihrem Volumenstrom geregelt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet,

daß mittels einer Meß- und Regeleinrichtung die Foliendicke der Blasfolie oberhalb der Einfriergrenze in zumindest einer Umfangsposition im Längsdickenverlauf gemessen wird und die Zusatzkühlgasströme in Abhängigkeit von einer periodischen Foliendickenschwankung in Produktionsrichtung gemeinsam derart antizipierend periodisch verändert werden, daß andernfalls auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Foliendickenverlauf in Umfangsrichtung zeitlich intermittierend über dem gesamten Umfang kontinuierlich gemessen wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Foliendickenverlauf in Produktionsrichtung - zumindest zwischen den einzelnen Messungen des Foliendickenverlaufs über dem Umfang - in einer Umfangsposition kontinuierlich gemessen wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Hauptkühlgasstrom aus dem Hauptkühlring ungeregelt in zumindest zwei Luftausblaseebenen zugeführt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Anteil der Zusatzkühlgasströme höchstens 5 % der gesamten Kühlgasströme beträgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17,

dadurch gekennzeichnet,

daß ausschließlich die Zusatzkühlgasströme aus einem Inertgas oder aus Luft mit einer Inertgasbeimischung gebildet werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18,

dadurch gekennzeichnet,

daß die einzeln geregelten Zusatzkühlgasströme ausschließlich auf der Außenseite gegen den Folienschlauch geblasen werden. (Figur 4)

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß die einzeln geregelten Zusatzkühlgasströme - insbesondere zusätzlich - auf der Innenseite gegen den Folienschlauch geblasen werden. (Figur 8)

21. Verfahren nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet,

daß jeweils Zusatzkühlgasströme mit übereinstimmender Umfangsposition auf der Außenseite und auf der Innenseite gemeinschaftlich druckversorgt und geregelt sind.

22. Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien, umfassend einen Blasfolienextruder mit einem Blaskopf (11), einen Hauptkühlring (12) für die Zufuhr eines Hauptkühlgasstromes und einen außerhalb des Hauptkühlringes (12) angeordneten Zusatzkühlring (14) für eine Zufuhr von separaten Zusatzkühlgasströmen (15), und eine Meß- und Regeleinrichtung (31, 34) zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils der Blasfolie, die die Foliendicke an dem Folienschlauch (17) oberhalb einer Einfriergrenze über dem Umfang mißt und die Zusatzkühlgasströme (15) in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken regelt,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Zusatzkühlring (14) über dem Blaskopf (11) des Blasfolienextruders unterhalb des Hauptkühlringes (12) angeordnet ist und außerhalb des Zusatzkühlringes (14) zumindest ein Gebläse (18) und eine der Anzahl der Zusatzkühlgasströme (15) entsprechende Anzahl von Volumenstromreglementen (29) und Zuführleitungen (27) vorgesehen ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Zusatzkühlring (14) eine einstückige Segmentscheibe mit einer im wesentlichen ebenen Stirnfläche (41) umfaßt, die am äußeren Umfang verteilte Kühlgaszufuhrbohrungen (43) hat, von denen einseitig offene Radialnuten (42) ausgehen, die im wesentlichen bis zum inneren Umfang reichen, wobei die die Radialnuten (42) aufweisende Stirnfläche (41) an einer im wesentlichen ebenen Gegenfläche (39) eines Abschlußteils abdichtend anliegt.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 23,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Abschlußteil mit der ebenen Gegenfläche (39) unmittelbar vom Hauptkühlring (12) gebildet wird, gegen den die Segmentscheibe verschraubt ist.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 24,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Hauptkühlring (12) in zumindest zwei verschiedenen Ebenen angeordnete fest ausgeführte oder fest einstellbare Ringdüsen (24, 38) aufweist.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 25,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Zusatzkühlring (48) - insbesondere zusätzlich zum erstgenannten Zusatzkühlring (14) - für eine Zufuhr von separaten Zusatzkühlgasströmen im Inneren des Folienschlauches (17) angeordnet ist und außerhalb dieses Zusatzkühlringes (48) zumindest ein Gebläse (18) und eine der Anzahl dieser Zusatzkühlgasströme entsprechende Anzahl von Volumenstromregелеlementen (29) und Zuführleitungen (54) vorgesehen ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26,

dadurch gekennzeichnet,

daß jeweils Zuführleitungen (27) zum Zusatzkühlring (14) auf der Außenseite und Zuführleitungen (54) zum Zusatzkühlring (48) auf der Innenseite des Folienschlauches für Zusatzkühlströme mit übereinstimmender Umfangsposition jeweils als Verzweigungsleitung von Leitungen ausgebildet sind, in denen ein gemeinsames Volumenstromregelelement (29) für diese Verzweigungsleitungen vorgesehen ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 27,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Zusatzkühlring (48) im Inneren des Folienschlauches am Blaskopf (11) des Blasfolienextruders in der Ebene des Zusatzkühlringes (14) auf der Außenseite unterhalb des Hauptkühlringes (12) angeordnet ist.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 28,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Zusatzkühlring (48) auf der Innenseite eine einstückige Segmentscheibe mit einer im wesentlichen ebenen Stirnfläche (58) umfaßt, die am inneren Umfang verteilte Luftzuführungsbohrungen (57) hat, von denen einseitig offene Radialnuten (59) ausgehen, die im wesentlichen bis zum äußeren Umfang reichen, wobei die die Radialnuten aufweisende Stirnfläche (58) an einer im wesentlichen ebenen Gegenfläche (60) eines Abschlußteils abdichtend anliegt.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29,

dadurch gekennzeichnet,

Aus der DE 26 58 518 C2 ist es bekannt, durch Korrekturluftdüsen, die außen oberhalb des Kühlringes (Außenluftblasring) angeordnet sind, Einfluß auf die Unterschiede in der Foliendicke zu nehmen. Nachteilig bei dieser Vorrichtung ist die Tatsache, daß die Korrekturdüsen oberhalb des Kühlringes angeordnet sind. Hierbei ist der Einfluß auf die Dickenkorrektur nur noch in geringen Maßen möglich, da das Folienmaterial durch den Hauptkühlring bereits mit Kühlluft beaufschlagt worden ist und somit die Temperatur des Folienmaterials bereits abgesenkt ist.

Der Ausreckprozeß, der überhaupt erst die Beeinflussung mit Korrekturluft ermöglicht, ist oberhalb des Hauptkühlrings bereits zum Teil vollzogen, was die Einflußmöglichkeit zur Dickenkorrektur an dieser Stelle vermindert. Ein weiterer Nachteil dieser Vorrichtung mit Anordnung von Korrekturluftdüsen oberhalb des Hauptkühlringes besteht darin, daß durch den von den Korrekturluftdüsen in Anspruch genommenen Bauraum der Zugang zur Folienblase (beim Start der Anlage), zum Düsenpalt (Schmelzeaustritt ist regelmäßig von Ablagerungen zu reinigen) und zum Hauptkühlring (Kühllufttringlippen sind prozeßabhängig einzustellen) sehr stark eingeschränkt ist.

Ein weiterer Nachteil dieser Vorrichtung besteht darin, daß je nach gewünschter Enddimension des Folienschlauches eine Lageanpassung der Korrekturluftdüsen an dessen Durchmesser hinter dem Hauptkühlring erforderlich wird.

Aus der DE 39 20 194 C2 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung des Dickenprofils einer Blasfolie bei der Blasfolienherstellung mit einem segmentierten Zusatzkühlring bekannt, der in Produktionsrichtung hinter, d.h. oberhalb eines Hauptkühlrings angeordnet ist. Dies bedeutet, daß auch bei dieser Vorrichtung die die Foliendicke beeinflussenden Kühlluftströme erst stromabwärts in den Hauptkühlluftstrom münden und dadurch nur in geringem Umfang auf die Dickenkorrektur des bereits gekühlten Folienschlauchs einwirken können.

Aus der DE 196 29 076 A1 ist ein Kühlring zur Kühlung eines aus dem Ringspalt eines Folienblaskopfes austretenden Folien-schlauches bekannt, dem Kühlluft mit zwei unterschiedlichen Temperaturen zugeführt wird und innerhalb dessen die Kühlluft segmentweise unabhängig voneinander zur Dickensteuerung ver-änderlich gemischt wird. Diese Vorrichtung bedingt einen erhöh-ten Aufwand bezüglich der temperierten Kühllufterzeugung und Kühlluftmischung. Ebenso bedingt sie eine sehr gedrängte und komplizierte Bauweise aufgrund der Mehrzahl von innerhalbdes Kühlringes eng angeordneten Mischventilen.

Aus der DE 44 28 212 A1 ist ein Folienblaskopf zur Herstellung von Schlauchfolien bekannt, bei dem ein Zusatzkühlring zwischen der Austrittsdüse des Blaskopfes und einem ungeregelten Haupt-kühlring angeordnet ist. Der Zusatzkühlring umfaßt von einer äußeren Ringleitung abgehende radial nach innen gerichtete Röhrchen, die jeweils Heizpatronen zur Temperierung der im Volu-menstrom ungeregelten Zusatzkühlluft enthalten. Das Ansprech-verhalten der Heizpatronen ist trägheitsbehaftet, so daß ins-gesamt ein schlechtes Regelverhalten zu erwarten ist. Die Aus-bildung des Zusatzkühlringes mit der Vielzahl der Heizpatronen, die überdies verschmutzungsanfällig sind, ist außerordentlich kompliziert. Eine Wartung der Heizpatronen erfordert eine Ge-samtdemontage der Kühlringe.

Ein weiterer Nachteil dieser Vorrichtung besteht darin, daß die Heizpatronen aufgrund der gewünschten Temperaturunterschiede einen erheblichen Wärmeisolationaufwand untereinander und ge-genüber der beheizten Ringdüse des Blaskopfes erfordern.

Bei der Blasfolienherstellung treten zusätzlich zu den in Um-fangsrichtung gemessenen Dickenunterschiede immer auch Dicken-schwankungen in Produktionsrichtung auf, die den Umfangsdicken-unterschieden gleichmäßig in der Form überlagert sind, daß die

über dem Umfang gemittelte Dicke in Produktionsrichtung periodischen Schwankungen unterliegt. Diese Schwankungen können verschiedene Ursachen haben, z.B. Ausstoßschwankungen der Extrusionseinheit oder Antriebsschwankungen der Abzugseinheit, die den Folienschlauch in Längsrichtung zieht und verstreckt.

Zur Minimierung dieser Schwankungsursachen sind gravimetrische Durchsatzregelsysteme bekannt, die Rohstoffdurchsatz, Förderschneckendrehzahl der Extrusionseinheit und Antriebsdrehzahl der Abzugseinheit in einem Regelkreis zur Konstanthaltung der mittleren Foliendicke verbinden.

Als weitere Schwankungsursache, die von den bekannten Systemen nicht kompensiert werden kann, tritt häufig eine niederfrequente aerodynamische Resonanzschwingung im Kühlringsystem zwischen den Ausblaslippen der Kühlluftdüsen und dem im Venturieffekt gehaltenen Folienschlauch auf, der im Bereich der Kühlluftdüsen noch ein hochelastisches Verhalten aufweist. Diese Resonanzschwingung stört die Konstanz der Längsverstreckung und führt dadurch zu einer Beeinflussung der Foliendicke in Produktionsrichtung in Form einer regelmäßigen Schwingung. Die Frequenz dieser Schwingung liegt in einer Größenordnung von kleiner 1Hz.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der genannten Art und eine Vorrichtung der genannten Art zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit dem die Nachteile der bekannten Verfahren und Vorrichtungen bei guter Regelbarkeit und einfachem Aufbau überwunden werden können.

Die Lösung hierfür besteht in einem Verfahren zur Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien mittels eines Blasfolienextruders mit einem Blaskopf, einem Hauptkühlring für die Zufuhr eines Hauptkühlgasstromes und einem außerhalb des Hauptkühlringes angeordneten Zusatzkühlring für eine Zufuhr von

separaten Zusatzkühlgasströmen, wobei mittels einer Meß- und Regeleinrichtung die Foliendicke an der Blasfolie oberhalb einer Einfriergrenze über dem Umfang gemessen und die Zusatzkühlgasströme in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken geregelt werden, wobei die Zusatzkühlgasströme des Folienschlauches zumindest von außen in Produktionsrichtung vor dem Hauptkühlgasstrom zugeführt werden und in Abhängigkeit vom Foliendickenverlauf über dem Umfang einzeln in ihrem Volumenstrom geregelt werden, und in einer Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien, umfassend einen Blasfoliennextruder mit einem Blaskopf, einen Hauptkühlring für die Zufuhr eines Hauptkühlgasstromes und einen außerhalb des Hauptkühlringes angeordneten Zusatzkühlring für eine Zufuhr von separaten Zusatzkühlgasströmen, und eine Meß- und Regeleinrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils der Blasfolie, die die Foliendicke an dem Folienschlauch oberhalb einer Einfriergrenze über dem Umfang mißt und die Zusatzkühlgasströme in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken regelt, wobei der Zusatzkühlring über dem Blaskopf des Blasfoliennextruders unterhalb des Hauptkühlringes angeordnet ist und außerhalb des Zusatzkühlringes zumindest ein Gebläse oder eine andere Druckluftquelle und eine der Anzahl der Zusatzkühlgasströme entsprechende Anzahl von Volumenstromregelementen und Zuführleitungen vorgesehen ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß durch die Zufuhr der Zusatzkühlgasströme in Produktionsrichtung vor dem Hauptkühlgasstrom eine von der Kühlwirkung des Hauptkühlgasstromes unabhängige Vorkühlung des Folienschlauches unmittelbar nach dem Austritt aus der Ringdüse des Folienblaskopfes erreicht wird. Hierbei ist die örtlich getrennt vom Zusatzkühlring erfolgende Volumensteuerung der einzelnen Zusatzkühlgasströme unkompliziert, einfach beherrschbar und von gutem Ansprechverhalten.

Dadurch, daß die Mittel zur Regelung des Dickenprofils mittels umfangssektorweise geregelter Zusatzkühlgasströme gänzlich dem Zusatzkühlring zugeordnet sind, können am Hauptkühlring einfache Verstellmöglichkeiten für die ggfs. mehrere Ringspalte in verschiedenen Ausblaseebenen vorgesehen werden. Dies ermöglicht eine optimale Anpassung des Hauptkühlringes an verschiedenen verfahrenstechnischen Bedingungen oder Erfordernissen und erhöht die Produktionsleistung der Vorrichtung aufgrund hoher Kühlwirkung.

Die Anbringung des Zusatzkühlrings unterhalb des Hauptkühlringes erlaubt die größtmögliche Beeinflussung der Kühlwirkung unmittelbar an Düsenaustritt. Die Form und Größe des Zusatzkühlringes ist damit unabhängig von der durch den Hauptkühlring und das Innengasvolumen der Folienblase eingestellten Folienschlauchdimension und schränkt die Zugänglichkeit zum Folienschlauch, zum Düsenpalt des Blaskopfes und zum Hauptkühlring nicht ein. Die Vorrichtung zur separaten Regelung der Zusatzkühlgasströme liegt dabei außerhalb des Zusatzkühlrings.

Dies hat den erheblichen Vorteil, daß die Volumenstromregel-elemente außerhalb der heißen Zone nahe der Ringdüse des Blaskopfes liegen.

Während für den Hauptkühlgasstrom aus Kostengründen Druckluft zur Anwendung kommt, ist es vorteilhaft, für die Zusatzkühlgasströme Inertgas oder Luft mit einer Beimischung aus Inertgas zu verwenden. Hierdurch werden Oxiadationserscheinungen des heißen Folienmaterials an der Ringdüse des Blaskopfes vermieden, so daß das Ansetzen von Oxidationsprodukten an der Ringdüse verhindert werden kann. Bevorzugt wird der Anteil der Zusatzkühlgasströme auf höchstens 5 % der gesamten Kühlgasströme beschränkt.

Eine Verbesserung der Dickenschwankungen in Produktionsrichtung kann erreicht werden, indem zusätzlich zur Messung der Dickenverteilung in Umfangsrichtung eine Messung des Dickenverlaufs in Produktionsrichtung an einer oder mehreren Stellen auf dem Umfang erfolgt und daß entweder ein von einem Zusatzgebläse erzeugter Kühlgasstrom vor seiner Separierung in volumenregelbare Zusatzkühlgasströme in seinem Gesamtvolumenstrom in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf in Produktionsrichtung periodisch derart verändert wird, daß in Produktionsrichtung andernfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden oder daß bei einem von einem Zusatzgebläse kontinuierlich erzeugten Kühlgasstrom nach seiner Separierung in volumenregelbare Zusatzkühlgasströme deren einzelne Volumenströme in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf in Produktionsrichtung periodisch derart gemeinschaftlich zusätzlich verändert werden, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie andernfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen kompensiert werden.

Aus der vorgenommenen Messung der Foliendicke in Produktionsrichtung werden die Amplitude und die Frequenz des unkorrigierten Längsdickenverlaufs ermittelt und durch eine gegensteuernde Regelung der Zusatzkühlgasströme weitgehend kompensiert. Diese Kompensation kann auf zwei Arten erfolgen. Eine Möglichkeit stellt die Ansteuerung der Regelemente in Form einer Schwingung dar, wobei sich ein entsprechender periodischer Volumenstromverlauf der separaten Zusatzkühlgasströme ergibt. Die Ansteuerung der Regelemente wird in Frequenz und Amplitude so eingestellt, daß die zuvor festgestellte periodische Änderung der Foliendicke in Produktionsrichtung kompensiert wird. Eine andere Möglichkeit ist die periodische Beeinflussung des von dem Gebläse erzeugten Kühlgasstroms bereits vor seiner Separierung in einzelne volumenregelbare Zusatzkühlgasströme. Die Beeinflussung kann durch ein entsprechendes Regelement im Gesamtzusatzkühlgasstrom (Klappe und/oder Ventil) oder durch eine Drehzahländerung des Gebläses erfolgen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann an alle bekannten Kühlringsysteme angepaßt werden, auch im Rahmen einer Nachrüstung. Die Gesamtkühlleistung des nachfolgenden Hauptkühlrings wird dabei in keiner Weise negativ beeinflusst. Weiterhin findet kein Eingriff in das vorhandene Hauptkühlgassystem statt.

Bevorzugte Weiterbildungen, die in den Unteransprüchen im einzelnen genannt sind, werden nachstehend erläutert.

Nach einer günstigen Ausführungsform wird der Foliendickenverlauf in Umfangsrichtung zeitlich intermittierend jeweils über dem gesamten Umfang kontinuierlich gemessen. Hierzu kann ein Meßkopf verwendet werden, der auf einem Ringträger verfahrbar ist und berührungslos in zeitlichen Abständen den Dickenverlauf über dem Umfang abtastet. Dies ist möglich, da das Dickenprofil über dem Umfang grundsätzlich lagekonstant ist.

Der Foliendickenverlauf in Produktionsrichtung kann damit bevorzugt zwischen den einzelnen Messungen des Foliendickenverlaufs über dem Umfang in einer Umfangsposition kontinuierlich gemessen werden, wobei der gleiche in einer Umfangsposition festgehaltene Meßkopf Verwendung finden kann.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der unregelmäßige und über dem Umfang ungeteilte Hauptkühlgasstrom aus dem Hauptkühlring in zumindest zwei Ausblaseebenen zugeführt wird. Hiermit wird bei gegebener Kühlgasförderleistung die Kühlwirkung deutlich gesteigert.

Je nach der geforderten Ausbringungsrate der Schlauchfolie kann es ausreichend sein, daß das umfänglich gleichverteilte Hauptkühlgas und/oder die Zusatzkühlgasströme ausschließlich auf der Außenseite oder auf der Innenseite gegen den Folienschlauch geblasen werden oder kann es erforderlich werden, daß das umfänglich gleichverteilte Hauptkühlgas und/oder die Zusatzkühlgasströme auf der Außenseite und auf der Innenseite gegen den Folienschlauch geblasen werden.

daß das Abschlußteil mit der ebenen Gegenfläche (60) von einer Innenkühleinrichtung (47) mit zumindest einer Ringdüse (49, 50) gebildet wird, die im Inneren des Folienschlauches angeordnet ist.

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Blasfolienherstellung

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien und bezieht sich außerdem auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Das Dickenprofil und insbesondere das Umfangsdickenprofil des aus dem Formwerkzeug der Ringdüse eines Blasfolienextruders austretenden Folienschlauchs weist in Umfangslage weitgehend ortsfeste dickere und dünnere Bereiche auf, was sich beim Aufwickeln und Weiterverarbeiten des Folienschlauchs negativ auswirkt.

Um die Abweichungen des Dickenprofils schon beim Produktionsvorgang möglichst gering zu halten, wird die Wirkung ausgenutzt, daß beim Aufblasen des Folienschlauches wärmere Bereiche stärker und kühlere Bereich weniger stark ausgereckt werden. Bei bekannten Vorrichtungen werden die Dickenunterschiede der Blasfolie über dem Umfang durch Variation der Kühlleistung über dem Umfang beeinflusst. Der Folienschlauch wird abhängig von der vorhandenen Anzahl von Regelementen in einzelne zugeordnete Umfangssektoren unterteilt.

Bei höherer Kühlleistung in einem Umfangssektor kühlt die Blasfolie hier schneller, wird so weniger stark gedehnt und bleibt

somit relativ dicker. Bei geringerer Kühlleistung in einem Umfangssektor behält die Blasfolie eine höhere Temperatur, infolgedessen ist sie stärker dehnbar; somit wird die Foliendicke stärker vermindert. Die Foliendickenunterschiede über dem Umfang werden hierbei von einer Meßeinrichtung ermittelt und einer Regeleinrichtung zurückgemeldet. Diese Meßeinrichtung ist in der Regel in Produktionsrichtung hinter einem Einfrierbereich des Folienmaterials angeordnet.

Aus der DE 40 01 287 C2 und EP 0 508 167 A2 sind segmentweise unterteilte Kühllufringe bekannt, bei denen die Kühlluft mittels Einbauten in diesen Segmenten im Volumen bzw. in der Temperatur verändert wird.

In der DE 40 01 287 A1 ist hierbei vorgesehen, daß zur Änderung der einzelnen Volumenströme Teilströme der Kühlluft abgezweigt und abgeblasen werden, die an der Kühlung der Blasfolie nicht teilnehmen. Dies ist energetisch nachteilig. Die Vielzahl der unmittelbar am Kühllufring angebauten Regeleinheiten führt zu einer sehr gedrängten Bauweise.

Aus der EP 0 508 167 A2 ist ein Kühllufring mit Düsen in zwei Austrittsebenen vorgesehen. Hierbei wird ein kleinerer Teilstrom ungeregelt in einer ersten Ebene relativ nah an der Ringdüse des Blaskopfes zugeführt und ein größerer Teilstrom der Kühlluft in einer in Produktionsrichtung zweiten Ebene segmentweise temperaturgeregelt zugeführt. Die unmittelbar im Kühlring eingebauten Heizelemente führen wieder zu einer gedrängten und die Strömung behindernden Bauweise. Das Ansprechen der Heizelemente ist trägheitsbehaftet.

Der wesentliche Nachteil der vorgenannten Systeme besteht darin, daß in dem Kühlring Einbauten erforderlich sind und somit ein Eingriff in das sensible aerodynamische System des Kühllufringes erfolgt. Weiterhin können infolge Beeinflussung der Luftmenge oder der Temperatur im Kühlring Einbußen bei der Gesamtkühlleistung entstehen.